

УДК: 674.049.2

В.А. Шамаев, О.И. Шакирова

(V.A. Shamaev, O.I. Shakirova)

(ФГБОУ ВО «ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова», г. Воронеж, РФ)

E-mail для связи с авторами: oks.vrn36@yandex.ru

ИССЛЕДОВАНИЕ ДИНАМИЧЕСКОЙ ПРОЧНОСТИ МОДИФИЦИРОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ДЛЯ ШПАЛ

THE STUDY OF THE DYNAMIC STRENGTH OF THE MODIFIED WOOD FOR SLEEPERS

Экспериментально установлено, что усталостная прочность шпал из модифицированной древесины поперек волокон в два раза превышает усталостную прочность шпалы из натуральной древесины.

It was established experimentally that the fatigue strength of sleepers from modified wood across the grain is twice the fatigue strength of the sleepers of natural wood.

Модифицирование древесины во всем мире успешно развивается как в прикладном, так и в теоретическом аспектах [1]. Замена ценной древесины на модифицированную, полученную путем пропитки и прессования, находит применение при производстве железнодорожных шпал и столбов линий электропередач [2].

Интерес к применению деревянных шпал в последние годы значительно возрос, так как выяснилось, что только деревянная шпала практически не изнашивает рельсовую пару, выход из строя которой является основной причиной железнодорожных катастроф.

Древесина шпалы в процессе эксплуатации постоянно испытывает динамические нагрузки. Динамика поведения шпалы как конструкции изучается во ВНИИЖТе. Нас будет интересовать лишь динамическое состояние шпалы как материала, т. е. определение рационально допускаемых напряжений по видам нагрузки.

Для испытаний из готовой березовой шпалы, полученной на установке СПК-2, вырезали образцы размерами 30×30×30 мм, как показано на рисунке 1, образцы не имели сучков и трещин [3].



Рис. 1. Схема выпиливания образцов из шпалы для динамических испытаний

Таким образом, первые 9 образцов вырезались из торца шпалы, вторые 9 – из места крепления шпалы к рельсу и последние 9 – из центральной части шпалы. Всего было разрезано для испытаний 8 шпал $180 \times 240 \times 4750$ мм. Средняя влажность образцов была в пределах $20 \pm 1,5$ %. Какой-либо закономерности в распределении влажности по сечению шпалы не выявлено. Образцы 1–9 содержали антисептик – масло ЖТК (жидкость термокаталитического крекинга) в количестве 5–6 %. Плотность образцов распределилась следующим образом:

- образцы 2, 5, 8, 2', 5', 8', 2'', 5'', 8'' – плотность 870 ± 20 кг/м³ (серия А),
- образцы 1, 3, 7, 9, 1', 3', 7', 9', 1'', 3'', 7'', 9'' – плотность 770 ± 20 кг/м³ (серия Б),
- образцы 4, 6, 4', 6', 4'', 6'' – плотность 670 ± 10 кг/м³ (серия В) [4].

Для испытаний использовалась машина ГРМ-1 с пульсатором. Нагрузки на образец $P_{\min} = 280$ кг, $P_{\max} = 2520$ кг, удельная нагрузка 11–17 МПа, частота нагружения – 300 цикл/мин, показания счетчика циклов $N = 43000$ –52000. Среднее напряжение цикла – 15,3 МПа, амплитуда напряжений – 12,7 МПа, коэффициент асимметрии $r = \frac{P_{\min}}{P_{\max}} = 0,09$.

Все образцы испытывались поперек волокон в направлении силы, действующей на реальную шпалу, т. е. сверху вниз. Таким образом, направление действия пульсирующей нагрузки совпадало с направлением прессующих напряжений при модификации.

Результаты экспериментального определения усталостной прочности образцов модифицированной древесины приведены в таблице.

Предел усталостной прочности древесины при сжатии поперек волокон в направлении прессования ($r = 0,09$, $a_0 = 30$ МПа, $7V = 103$ – 10^3)

№ образцов	Плотность, кг/м ³	Влажность, %	Содержание антисептика, %	Предел усталостной прочности, МПа
2, 5, 8	890	7,0	5,5	4,1
2', 5', 8', 2'', 5'', 8''	850	8,5	–	5,1
1, 3, 7, 9	790	6,5	6,0	3,2
1', 3', 7', 9', 1'', 3'', 7'', 9''	750	8,3	–	3,6
4, 6	670	7,5	6,5	2,2
4', 6', 4'', 6''	660	9,5	–	2,5
Натуральная древесина березы	610	8,0	–	1,8

Предел усталостной прочности является в первую очередь функцией плотности. С увеличением плотности с 660 до 890 кг/м³ a возрастает с 2,5 до 5,1 МПа. Весьма значительно проявляется наличие масла ЖТК, т.к. содержание его в количестве всего 6 % снижает динамическую прочность на 20 % [5].

Типичные кривые усталостной прочности модифицированной древесины приведены на рисунке 2.

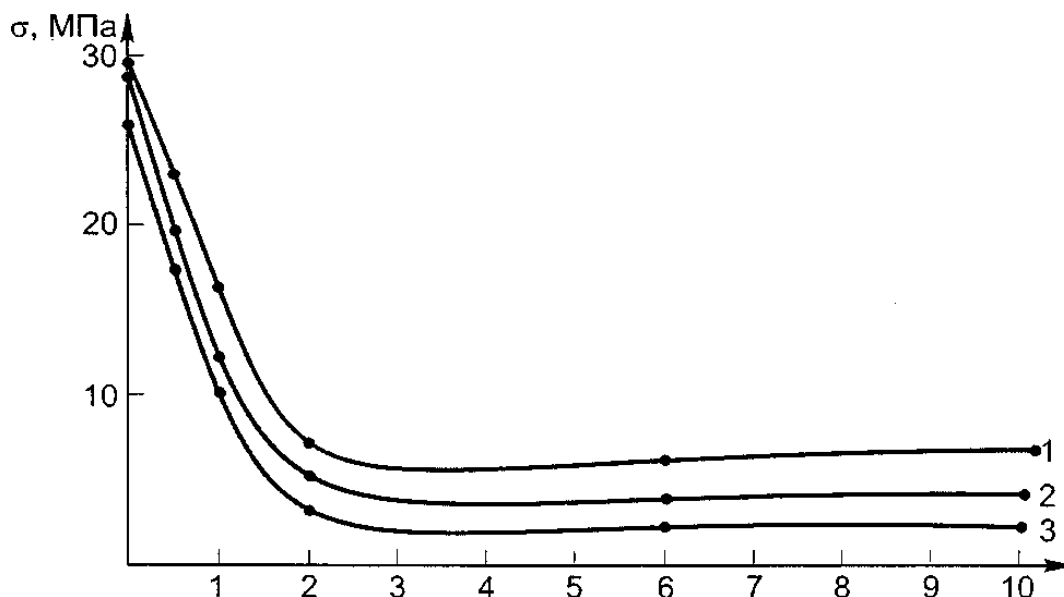


Рис. 2. Зависимость усталостной прочности от циклов сжатия:
1 – плотность 870 кг/м³; 2 – 770 кг/м³; 3 – 670 кг/м³

Как видно из рисунка 2, предел усталостной прочности для шпалы в целом (соответствующий плотности 770 кг/м³) может быть принят равным 3,6 МПа, то есть в 2 раза больше чем для натуральной древесины. Это говорит о том, что несмотря на то, что прессованная древесина содержит 10 % пластифицирующего агента (каменно-угольного масла), фактор прессования играет доминирующую роль и увеличивает усталостную прочность, что благоприятно скажется на сроке службы шпалы из модифицированной древесины [6].

Библиографический список

1. Никулина, Н.С. Модифицирование древесины / Н.С. Никулина, И.Н. Медведев, В.А. Шамаев. – М.: Наука, 2013. – 452 с.
2. Медведев, И.Н. Деформирование древесины при равномерном сжатии с одновременной сушкой / И.Н. Медведев, О.И. Шакирова, В.А. Шамаев // Лесотехнический журнал. – Воронеж: ВГЛТА. – 2012. – № 2. – С. 15–20.
3. Томин, А.А. Актуальная технология получения шпал / А.А. Томин, А.И. Сидельников, В.А. Шамаев // Деревообрабатывающая промышленность. – 2002. – № 3. – С. 20–22.
4. Сметанина, Л.Н. Прочностные и деформативные показатели древесины модифицированной мочевиной / Л.Н. Сметанина, Г.К. Гаврилов, В.А. Шамаев // Лесной журнал. – 1977. – № 6. – С. 111–114.
5. Шамаев, В.А. Химико-механическое модифицирование древесины / В.А. Шамаев. – Воронеж: ВГЛТА, 2003. – 260 с.
6. Шамаев, В.А. Получение модифицированной древесины с высокими прочностными свойствами / В.А. Шамаев // Лесной журнал. – 2006. – № 4. – С. 121–123.